



Endfrey, Klaus et al  
February 2, 2001  
Burch, Stewart, Koloski  
712205-800 Bich  
3286-0118P  
1081

#  
4

jc979 U.S. PTO

09/788498



02/21/01

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 100 08 081.2

**Anmeldetag:** 22. Februar 2000

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Serielles Bussystem.

**IPC:** H 04 L, G 06 F, B 60 R

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 5. September 2000  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Hoiß

## Beschreibung

## Serielles Bussystem

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein serielles Bussystem mit einem Busmaster und mindestens einem Busslave, die über mindestens eine Busleitung miteinander verbunden sind, insbesondere ein Bussystem gemäß der AS-i-Spezifikation,
- 10/ - wobei das Bussystem in einem Normalmodus betreibbar ist, in dem der Busmaster spätestens nach Ablauf einer Normalzykluszeit Digitalsignale an den mindestens einen Busslave übermittelt und der mindestens eine Busslave nach jeder derartigen Übermittlung Digitalsignale an den Busmaster zurück übermittelt,
- 15 - wobei jedes der übermittelten Digitalsignale als logisch Null interpretiert wird, wenn der Busleitung ein erster vorbestimmter Stromverlauf eingeprägt wird,
- wobei jedes der übermittelten Digitalsignale als logisch Eins interpretiert wird, wenn der Busleitung ein zweiter vorbestimmter, vom ersten vorbestimmten Stromverlauf verschiedener Stromverlauf eingeprägt wird.
- 20

Ein derartiges Bussystem (das AS-i-Bussystem gemäß EN 50 295 ist ein typisches Beispiel hierfür) ist sehr störungsfest. Es wird daher vielfach im rauen Industrieinsatz verwendet. In der Regel wird ein solches Bussystem über zwischengeschaltete Stromversorgungseinrichtungen aus einem Stromnetz versorgt. Bei Batteriespeisung werden in der Regel hingegen andere Bussysteme eingesetzt. Dies gilt ganz besonders bei Systemen, die jederzeit auf äußere Einflüsse reagieren können müssen. Denn bei dem gattungsgemäßen Bussystem ist stets ein Datentransfer erforderlich, der aufgrund der vergleichsweise hohen Strombelastung eine Batterie zu schnell erschöpfen würde. Die bei Batteriespeisung eingesetzten Bussysteme sind im Vergleich zum AS-i-Bus nur mit erheblichem Aufwand störungsfest betreibbar.

30

35

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Bussystem zu schaffen, das einerseits einen niedrigen Energieverbrauch aufweist, so daß es auch bei Batteriespeisung einsetzbar ist, und dennoch auf einfache Weise störungssicher betreibbar ist.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das gattungsgemäße Bussystem derart weiterentwickelt wird, daß es zusätzlich in einem Energiesparmodus betreibbar ist, in dem der Busmaster innerhalb der Normalzykluszeit keine Digitalsignale an den mindestens einen Busslave übermittelt.

Es ist möglich, daß der Busmaster im Energiesparmodus spätestens nach Ablauf einer Energiesparzykluszeit, die größer als die Normalzykluszeit ist, Digitalsignale an den mindestens einen Busslave übermittelt und der mindestens eine Busslave nach jeder derartigen Übermittlung Digitalsignale an den Busmaster zurück übermittelt. Ggf. kann ein derartiger Energiesparmodus sogar mehrere Energiesparstufen aufweisen. Noch besser ist es aber, wenn der Busmaster im Energiesparmodus keine Digitalsignale mehr an den mindestens einen Busslave übermittelt.

Das Rückschalten in den Normalmodus ist besonders einfach, wenn zumindest der mindestens eine Busslave im Energiesparmodus die Busleitung auf das Einprägen des ersten und/oder des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs überwacht und bei Detektieren des Einprägens des ersten bzw. des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs in den Normalmodus zurückschaltet.

Wenn der Busleitung vom mindestens einen Busslave zumindest im Energiesparmodus selbsttätig der erste bzw. der zweite vorbestimmte Stromverlauf einprägbare ist, der Busmaster im Energiesparmodus die Busleitung auf das Einprägen des ersten und/oder des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs überwacht und der Busmaster bei Detektieren des Einprägens des ersten bzw. des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs in den Normalmodus

dus zurückschaltet, kann das Zurückschalten in den Normalmodus auch von dem Busslave ausgelöst werden. Insbesondere ist damit auch eine laufende Überwachung auf externe Eingangssignale möglich.

5

Zum Umschalten in den Energiesparmodus ist es möglich, daß der Busmaster ein Umschaltsignal an den mindestens einen Busslave übermittelt. Alternativ kann der mindestens eine Busslave die Normalzykluszeit auf Ablauf überwachen und bei Ablauf der Normalzykluszeit selbsttätig in den Energiesparmodus umschalten.

10

Wenn der Busleitung zum Einprägen des ersten vorbestimmten Stromverlaufs während einer Nullzeit ein vorbestimmter Nullstrompegel und zum Einprägen des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs während einer von der Nullzeit verschiedener Einszeit ein vorbestimmter Einsstrompegel eingeprägt wird, ist das Erzeugen zweier voneinander verschiedener Stromverläufe schaltungstechnisch einfach zu realisieren.

15

20

Wenn zwischen dem Einprägen des Nullstrompegels und dem Einprägen des Einsstrompegels eine Strompause liegt, ist die Datenübermittlung noch störungssicherer.

Wenn der Nullstrompegel gleich dem Einsstrompegel ist, vereinfacht sich die schaltungstechnische Realisierung noch weiter.

Die Problematik der Versorgung durch eine Batterie stellt sich insbesondere bei Kraftfahrzeugen, welche längere Zeit abgestellt (geparkt) werden sollen. Denn dann muß bei modernen Kraftfahrzeugen insbesondere die Diebstahlwarnanlage und die Zentralverriegelung permanent betrieben werden, andererseits darf die Autobatterie auch nach mehreren Wochen noch nicht entladen sein.

30

35

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Dabei zeigen in Prinzipdarstellung

- 5    FIG 1        ein serielles Bussystem,  
     FIG 2        ein Busmodul und  
     FIG 3        eine Datenübermittlung.

Gemäß FIG 1 weist ein Bussystem einen Busmaster 1 und Bus-  
10 slaves 2 auf. Gemäß Ausführungsbeispiel sind dabei drei Bus-  
slaves 2 vorhanden. Prinzipiell könnten aber auch mehr oder  
weniger Busslaves 2 mit dem Busmaster 1 verbunden sein.

Die Busmodule 1, 2, also der Busmaster 1 und die Busslaves 2,  
15 werden über ein Netzgerät 3 mit nachgeschalteten Drosseln 4  
und Energieversorgungsleitungen 7 aus einer 12-V-Autobatterie  
eines Personenkraftwagens mit elektrischer Energie versorgt.  
Der Busmaster 1 ist über einen Fahrzeugbus 5, z. B. einen  
CAN-Bus, mit weiteren Bussystemen verbunden. Die weiteren  
20 Bussysteme sind in FIG 1 der Übersichtlichkeit halber nicht  
dargestellt. Sie können ebenso aufgebaut sein wie das in FIG  
1 dargestellte Bussystem oder auch anders. Die Busslaves 2  
erfassen Eingangssignale von einer Baueinheit 6 des Kraft-  
fahrzeugs, z. B. von einer Fahrzeugtür, oder geben Ausgangs-  
signale an diese Baueinheit 6 aus. Das Bussystem dient also  
der Steuerung der Baueinheit 6 des Kraftfahrzeugs, z. B., wie  
bereits erwähnt, eines Türmoduls.

Gemäß FIG 1 sind die Busmodule 1, 2 über die Energieversor-  
30 gungsleitungen 7 auch datentechnisch miteinander verbunden.  
Das Bussystem ist folglich als serielles Bussystem ausgebil-  
det. Ggf. könnte eine der Energieversorgungsleitungen 7 sogar  
entfallen und durch eine Masseverbindung ersetzt werden. Ge-  
mäß Ausführungsbeispiel ist das Bussystem ein Bussystem gemäß  
35 der AS-i-Spezifikation.

Im Normalbetrieb übermittelt der Busmaster 1 zyklisch nacheinander an jeden der Busslaves 2 Digitalsignale. Nach jeder derartigen Übermittlung übermittelt dann der angesprochene Busslave 2 ebenfalls Digitalsignale an den Busmaster 1 zurück. Aufgrund der zyklischen Datenübermittlung und dem systemspezifisch vorgegebenen maximalen Busausbau (... Busslaves 2) ist somit gewährleistet, daß jeder Busslave 2 spätestens nach Ablauf einer Normalzykluszeit vom Busmaster 1 Digitalsignale übermittelt bekommt und Digitalsignale an den Busmaster 1 zurückübermittelt. Die Art der Datenübermittlung wird dabei nachfolgend in Verbindung mit den FIG 2 und 3 näher erläutert.

Gemäß FIG 2 überbrückt jedes der Busmodule 1, 2 die Energieversorgungsleitungen 7 mit einem hochohmigen Widerstand 8 sowie einem Schaltelement 9 nebst diesem vor- oder nachgeordneten Strombegrenzungswiderstand 9'. Ferner sind die Energieversorgungsleitungen 7 mit einer Steuerschaltung 10 für das jeweilige Busmodul 1, 2 verbunden. Der Widerstand 8 ist so groß gewählt, daß der über den Widerstand 8 fließende Verluststrom vernachlässigbar klein ist. Der Widerstand 8 dient lediglich dazu, die zwischen den Energieversorgungsleitungen 7 herrschende Potentialdifferenz zu erfassen.

Gemäß FIG 3 wird zur Datenübermittlung eines Einssignals das Schaltelement 9 von der Steuerschaltung 10 während einer Einszeit T1 angesteuert, so daß durch das Schaltelement 9 und damit in den Energieversorgungsleitungen 7 während der Einszeit T1 ein Strom mit einem Strompegel I0 fließt. Zum Übermitteln einer digitalen Null wird das Schaltelement 9 ebenfalls derart angesteuert, daß der Strompegel I0 fließt, diesmal aber während einer Nullzeit T0. Die Zeiten T0, T1 sind voneinander verschieden. Ferner sind sie durch eine Strompause  $\Delta T$  getrennt. Aufgrund dieser beiden voneinander verschiedenen Stromverläufe können logisch Null und logisch Eins voneinander unterschieden werden.

Über den Energieversorgungsleitungen 7 fällt im Regelfall eine Betriebsspannung  $U_0$  ab. Aufgrund der Drosseln 4 werden durch die Stromverläufe dieser Betriebsspannung  $U_0$  Spannungspulse  $P$  überlagert. Die Spannungspulse  $P$  werden von den anderen Busmodulen 1, 2 über deren Widerstände 8 erfaßt. Durch den Abstand zweier Spannungspulse  $P$  kann detektiert werden, ob das übermittelte Digitalsignal als logisch Null oder als logisch Eins interpretiert werden muß.

10. Soweit bisher beschrieben, entspricht das Bussystem gemäß den FIG 1 bis 3 dem AS-i-Protokoll. Die Normalzykluszeit beträgt dabei gemäß EN 50 295 5 ms.

Erfindungsgemäß ist das Bussystem aber zusätzlich in einem Energiesparmodus betreibbar. In diesem Energiesparmodus übermittelt der Busmaster 1 an die Busslaves 2 entweder gar keine Digitalsignale oder aber nur in erheblich größeren Zeitabständen als sonst. Es ist also so, daß der Busmaster 1 innerhalb der Normalzykluszeit nicht notwendigerweise Digitalsignale an die Busslaves 2 übermittelt.

Beispielsweise ist es möglich, daß der Busmaster 1 ein Umschaltsignal an die Busslaves 2 übermittelt und die Busslaves 2 daraufhin in den Energiesparmodus schalten. Danach stellt der Busmaster 1 die weitere Übermittlung von Digitalsignalen völlig ein. Die Busslaves 2 überwachen die Energieversorgungsleitungen 7 dann nur noch auf die Strompulse  $P$ , was dem Einprägen eines der Digitalsignale entspricht. Sowie sie ein derartiges Digitalsignal detektieren, schalten sie in den Normalmodus zurück.

Gemäß der AS-i-Norm EN 50 295 können die Busslaves 2 keine Datenübertragung initiieren. Sie können lediglich auf eine Datenübertragung vom Busmaster 1 reagieren. Die Busslaves 2 sind also gemäß der AS-i-Norm nicht in der Lage, den Energieversorgungsleitungen 7 selbsttätig einen Stromverlauf mit dem Strompegel  $I_0$  einzuprägen. Wenn auch der Busmaster 1 im Ener-

giesparmodus die Energieversorgungsleitungen 7 auf das Einprägen eines Stromes mit Strompegel I0 - bzw. hiermit korrespondierend auf das Auftreten der Spannungspulse P - überwacht und bei Detektieren dieser Spannungspulse P in den Normalmodus zurückschaltet, kann aber auch dieses selbsttätige Einprägen des Stromverlaufs durch den Busslave 2 zugelassen werden. Dies ist insbesondere für eine "Selbstaufweckung" des Bussystems aufgrund einer Zustandsänderung der gesteuerten Baueinheit 6 sinnvoll.

10

Bei einem PKW beispielsweise kann jedem Türmodul ein eigenes Bussystem der in FIG 1 dargestellten Art zugeordnet sein. Jedes Bussystem steuert und überwacht sein ihm zugeordnetes Türmodul selbsttätig. Die einzelnen Bussysteme für die Türmodule (bei einem PKW üblicherweise zwei bis fünf) sind über den Fahrzeugbus 5 miteinander verbunden. Wenn nun beispielsweise eine Fahrzeugschleuse aufgesperrt wird, registriert der Busslave 2, der dieses Türschloß überwacht, das Entriegeln des Türschlosses. Er übermittelt daher eine entsprechende Nachricht an den Busmaster 1. Der Busmaster 1 sendet daraufhin wieder Digitalsignale an die anderen Busslaves 2, so daß z. B. auch der elektrische Fensterheber aktiviert wird. Ferner übermittelt der Busmaster 1 über den Fahrzeugbus 5 an die Busmaster der anderen Bussysteme eine Meldung, daß "seine" Tür entriegelt wurde. Entsprechend der Funktionalität "Zentralverriegelung" "wecken" nunmehr diese Busmaster ihre Bussysteme, so daß auch die anderen Türschlösser entriegelt werden. Kurz danach wird im Regelfall das Fahrzeug gestartet. Dadurch erzeugt die Lichtmaschine des Fahrzeugs elektrische Energie, so daß ein weiteres Verbleiben der Bussysteme im Normalmodus die Batterie nicht entlädt.

30

Gemäß Ausführungsbeispiel schalten die Busslaves 2 aufgrund einer Übermittlung eines entsprechenden Steuerbefehls durch den Busmaster 1 in den Energiesparmodus. Alternativ wäre aber auch möglich, daß die Busslaves 2 die Normalzykluszeit auf

35



Ablauf überwachen und bei Ablauf selbsttätig in den Energiesparmodus umschalten.

5 Gemäß Ausführungsbeispiel wird ferner die Datenübermittlung über die Energieversorgungsleitungen 7 im Energiesparmodus völlig eingestellt. Alternativ wäre auch möglich, die Datenübertragungen mit einer geringeren Abtastrate aufrecht zu erhalten. Die Abtastrate kann dabei ggf. mehrfach abgestuft heruntergefahren werden. In diesem Fall übermittelt der Busmaster 10 1 im Energiesparmodus spätestens nach Ablauf einer Energiesparzykluszeit, die größer als die Normalzykluszeit ist, Digitalsignale an die Busslaves 2. Diese antworten - ebenso wie im Normalmodus - mit einer Rückübermittlung von Digitalsignalen an den Busmaster 1.

## Patentansprüche

1. Serielles Bussystem mit einem Busmaster (1) und mindestens einem Busslave (2), die über mindestens eine Busleitung (7) miteinander verbunden sind, insbesondere Bussystem gemäß der AS-i-Spezifikation,

- wobei das Bussystem in einem Normalmodus betreibbar ist, in dem der Busmaster (1) spätestens nach Ablauf einer Normalzykluszeit Digitalsignale an den mindestens einen Busslave (2) übermittelt und der mindestens eine Busslave (2) nach jeder derartigen Übermittlung Digitalsignale an den Busmaster (1) zurück übermittelt,

- wobei jedes der übermittelten Digitalsignale als logisch Null interpretiert wird, wenn der Busleitung (7) ein erster vorbestimmter Stromverlauf (I0, T0) eingeprägt wird,

- wobei jedes der übermittelten Digitalsignale als logisch Eins interpretiert wird, wenn der Busleitung (7) ein zweiter vorbestimmter, vom ersten vorbestimmten Stromverlauf (I0, T0) verschiedener Stromverlauf (I0, T1) eingeprägt wird,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß das Bussystem zusätzlich in einem Energiesparmodus betreibbar ist, in dem der Busmaster (1) innerhalb der Normalzykluszeit keine Digitalsignale an den mindestens einen Busslave (2) übermittelt.

2. Bussystem nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Busmaster (1) im Energiesparmodus spätestens nach Ablauf einer Energiesparzykluszeit, die größer als die Normalzykluszeit ist, Digitalsignale an den mindestens einen Busslave (2) übermittelt und der mindestens eine Busslave (2) nach jeder derartigen Übermittlung Digitalsignale an den Busmaster (1) zurück übermittelt.

3. Bussystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Busmaster (1) im Energiesparmodus keine Digitalsig-  
nale mehr an den mindestens einen Busslave (2) übermittelt.

5

4. Bussystem nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zumindest der mindestens eine Busslave (2) im Energie-  
sparmodus die Busleitung (7) auf das Einprägen des ersten  
10 und/oder des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs (I0, T0; I0,  
T1) überwacht und daß der mindestens eine Busslave (2) bei  
Detektieren des Einprägens des ersten bzw. des zweiten vorbe-  
stimmten Stromverlaufs (I0, T0; I0, T1) in den Normalmodus zu-  
rückschaltet.

15

5. Bussystem nach Anspruch 3 oder 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Busleitung (7) vom mindestens einen Busslave (2) zu-  
mindest im Energiesparmodus selbsttätig der erste bzw. der  
20 zweite vorbestimmte Stromverlauf (I0, T0; I0, T1) einprägsam  
ist, daß der Busmaster (1) im Energiesparmodus die Busleitung  
(7) auf das Einprägen des ersten und/oder des zweiten vorbe-  
stimmten Stromverlaufs (I0, T0; I0, T1) überwacht und daß der  
Busmaster (1) bei Detektieren des Einprägens des ersten bzw.  
5 des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs (I0, T0; I0, T1) in  
den Normalmodus zurückschaltet.

6. Bussystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,

30 dass zum Umschalten des mindestens einen Busslaves (2) in den  
Energiesparmodus der Busmaster (1) ein Umschaltsignal an den  
mindestens einen Busslave (2) übermittelt.

7. Bussystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

35 dadurch gekennzeichnet,  
dass der mindestens eine Busslave (2) die Normalzykluszeit  
auf Ablauf überwacht und daß der mindestens eine Busslave (2)

bei Ablauf der Normalzykluszeit selbsttätig in den Energiesparmodus umschaltet.

8. Bussystem nach einem der obigen Ansprüche,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Busleitung (7) zum Einprägen des ersten vorbestimmten Stromverlaufs (I0, T0) während einer Nullzeit (T0) ein vorbestimmter Nullstrompegel (I0) eingeprägt wird und zum Einprägen des zweiten vorbestimmten Stromverlaufs (I0, T1)  
10 während einer von der Nullzeit (T0) verschiedenen Einszeit (T1) ein vorbestimmter Einsstrompegel (I0) eingeprägt wird.

9. Bussystem nach Anspruch 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
15 dass zwischen dem Einprägen des Nullstrompegels (I0) und dem Einprägen des Einsstrompegels (I0) eine Strompause ( $\Delta T$ ) liegt.

10. Bussystem nach Anspruch 9,  
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass der Nullstrompegel (I0) gleich dem Einsstrompegel (I0) ist.

11. Bussystem nach einem der obigen Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass es in einem Kraftfahrzeug, insbesondere in einem Personenkraftwagen, verwendet wird.

## Zusammenfassung

### Seriellles Bussystem

- 5 Um ein seriellles Bussystem sowohl störungsfest als auch mit geringem Energieverbrauch betreiben zu können, sind zwei Maßnahmen vorgesehen: Zum einen wird jedes übermittelte Digital-signal als logisch Null bzw. logisch Eins interpretiert, wenn einer Busleitung (7) ein erster bzw. zweiter vorbestimmter
- 10/ Stromverlauf (I0, T0; I0, T1) eingeprägt wird. Zum anderem ist das Bussystem in einem Energiesparmodus betreibbar, in dem zwischen den einzelnen Busmodulen (1, 2) entweder gar keine oder nur sehr selten Datenübermittlungen erfolgen.

15 FIG 1

1/1

